

สุพัตรา พุดินนาวรัตน์ : การออกแบบและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำ
สำหรับการจำลองอุทกภัย (DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WATER FLOW

DIRECTION ANALYSIS METHOD FOR FLOOD SIMULATION)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ ห่อแก้ว, 213 หน้า.

การวิเคราะห์ทิศทางการไหลมีความสำคัญต่อการจำลองภัยพิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพยากรณ์การเกิดอุทกภัย การวางแผนบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงมาตรการป้องกันอุทกภัยขึ้นอยู่กับความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของทิศทางการไหล ในปัจจุบันการวิเคราะห์ทิศทางการไหลถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในหลายด้าน ได้แก่ การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินและดินถล่ม วิธีการที่มีอยู่ส่วนใหญ่จำเป็นต้องอาศัยการสกัดข้อมูลจากข้อมูลการรับรู้ระยะไกลหรือข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยวิธีการเหล่านั้นยังไม่สามารถวิเคราะห์ทิศทางการไหลได้สอดคล้องกับความเป็นจริง เทคโนโลยีล่าสุดที่นำมาใช้ ได้แก่ การวิเคราะห์ลักษณะการระบายน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำโดยอัตโนมัติซึ่งอาศัยวิธีการสตรีมเบรินนิงในการปรับระดับค่าความสูงของข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศเชิงเลข สำหรับกรณีที่เป็นพื้นที่ราบทิศทางการไหลที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการพิจารณาเฉพาะความลาดชันของภูมิประเทศไม่เพียงพอในการแยกความแตกต่างของทิศทางการไหลบริเวณแนวลำน้ำ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัด ได้แก่ ข้อมูลขอบเขตแม่น้ำที่ได้มาต้องอาศัยวิธีการดิจิทัลด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญผ่านโปรแกรมประยุกต์ทางด้านภูมิสารสนเทศ อย่างไรก็ตามพบว่ามีอีกหลายปัจจัยที่มีผลต่อการจำลองทิศทางการไหลที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับทิศทางการไหลในสภาพจริง

ดังนั้นงานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาวิธีการใหม่ซึ่งอาศัยการหลอมรวมข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุทกภัยจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ งานวิจัยนี้เน้นการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำเพื่อจำลองการเกิดอุทกภัย ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ (1) การจำแนกแหล่งน้ำจากข้อมูลการรับรู้ระยะไกล (2) การวิเคราะห์ทิศทางการไหล และ (3) การจำลองอุทกภัยโดยอาศัยการหลอมรวมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจำแนกแหล่งน้ำด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) ในการจำแนกค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบ NDWI2 และ MNDWI พบว่ามีสิ่งแปลกปลอมและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหลงเหลืออยู่ในภาพ ซึ่งกำจัดออกโดยพิจารณาข้อมูลรอบข้าง ผสมกับข้อมูลแบบจำลองความสูงพื้นผิวเชิงเลข (DSM) ซึ่งสามารถปรับปรุงข้อจำกัดเรื่องความละเอียดของข้อมูลภูมิสารสนเทศได้ โดยแหล่งน้ำหรือขอบเขตแม่น้ำที่ได้จากการจำแนกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทิศทางการไหล โดยใช้การไหลเวกเตอร์เกรเดียนต์ (GVF) โดยในการตรวจสอบผลลัพธ์ใช้ข้อมูลจากข้อมูลอ้างอิง ผลการทดลองพบว่า สามารถจำแนก

แม่น้ำในพื้นที่ศึกษาได้ โดยมีค่าความแม่นยำ 95.91% ค่าความระลึก 97.53% ค่าความถูกต้อง 99.93% และค่าอัตราการรู้จำ 94.11% สำหรับการจำแนกแม่น้ำสายย่อย ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทิศทางการไหลที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอเปรียบเทียบกับทิศทางการไหลของวิธีการสตรีมเบิร์นนิ่ง มีค่าอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าเท่ากับ 0.91 ส่วนสุดท้ายงานวิจัยนี้จำลองการเกิดอุทกภัยโดยใช้แบบจำลองโอเพ่นไลเซ็ม (openLISEM) จากข้อมูล (ปริมาณน้ำฝน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดิน และสิ่งกีดขวางทางน้ำ) โดยใช้ทิศทางการไหลซึ่งได้จากการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน (วิธีการเดิม วิธีการสตรีมเบิร์นนิ่ง และวิธีการที่นำเสนอ) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงในจังหวัดปทุมธานี วิธีการที่นำเสนอสามารถจำลองการเกิดอุทกภัย โดยมีความถูกต้อง 63.33% 77.86% และ 65.87% เมื่อเปรียบเทียบกับอุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงของปี ค.ศ. 2011 2010 และ 2006 ตามลำดับ โดยสามารถปรับปรุงความถูกต้องได้เพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีการเดิมประมาณ 6-11%



สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

SUPATTRA PUTTINAOVARAT : DESIGN AND DEVELOPMENT OF
A WATER FLOW DIRECTION ANALYSIS METHOD FOR FLOOD
SIMULATION : ASST. PROF. PARAMATE HORKAEW, Ph.D., 213 PP.

FLOW DIRECTION ANALYSIS/FLOOD SIMULATION/WATER BODY CLASSIFICATION

Flow direction analysis is important for natural disaster simulations. Especially, predicting flood events, planning efficient management and then devising preventive measure are all dependent on accurate and reliable hydrological flow field. Nowadays, flow direction analysis had been widely applied in many relevant applications, including studies of erosion and landslide. Existing methods primarily rely on extracting this information from remotely sensed or digital geographical data. To date, they are yet unable to provide consistent and realistic flow field. The state of the art technology, for instance, automatically characterizes drainage and delineates watershed based on stream-burning, exploiting elevations available in DEM data. For lowlands unfortunately, the derived flows are impractical, since their terrain contain insufficient slope to differentiate stream directions. Moreover, boundary constraints, i.e., water bodies and surfaces, have to be manually digitized by expert observers, by using an off the shelf GIS software. Nonetheless, even with the flow fields reconstructed, the realistic simulation is not readily available as there remain several other causative yet latent factors.

This research therefore designs and develops a novel paradigm based on data fusion in deriving flood determinants from thematic geographical layers. Its main emphasis is placed on the analysis of water flow direction with applications for flood simulation. The procedure consists of 3 parts: (1) The extraction of water bodies from remotely sensed data, (2) The flow direction analysis, and (3) Flood simulations based

on fusing influential factors.

Specifically, water body was robustly extracted from a satellite image by classifying its Normalized Difference Water Index: NDWI2 and Modified Normalized Difference Water Index: MNDWI by Support Vector Machine: SVM. The remaining spurious structures and isolate irrelevances were further removed by gathering contextual information. Incorporating Digital Surface Model: DSM as a means of enhancing intrinsic geographical resolution was also proposed. With extracted water bodies serving as the boundary conditions, a vector field describing water flow direction was then derived by using Gradient Vector Flow: GVF. On validating the resultant flow against ground references, the assessments revealed that it could extract water body from studied areas with 95.91% of precision, 97.53% of recall, 99.93% of accuracy and 94.11% of F-measure for branching river extraction. The correlations between resultant flows and those obtained from the conventional stream-burning was as high as 0.91. Finally, this study simulated flood using openLISEM modeling (using rainfall, land-use, soil and water blockage) with various flow direction analysis methods (original method, stream burning method and the proposed method). Experimental results suggested that the proposed method is promisingly efficient and reliable. Particularly, compared with the floods actually happened in Pathumthani province, it was further revealed that the proposed method could realistically simulated flood with the greatest accuracies, i.e., 63.33%, 77.86% and 65.87% compared to the actual episodes in 2011, 2010 and 2006, respectively. The improvement was not marginal but an increase of approximately 6–11% accuracy over the original methods.

School of Information Technology

Academic Year 2015

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____